



Proyecto

Mathías Lambert V.

2 de Julio de 2019



1. Pregunta 1 - Phantom

Para realizar los elementos del phantom utilizaré la transformada de fourier de tiempo y frecuencia discreta, en específico las transformadas del impulso y el rect.

Para el rect se tiene que:

$$\begin{aligned}\square[n] &= \begin{cases} 1 & 0 \leq n \leq M-1 \\ 0 & e.o.c \end{cases} \\ \mathcal{F}\{\square[n]\} &= \frac{\sin\left[\frac{2\pi k M}{2N}\right]}{\sin\left[\frac{2\pi k}{2N}\right]} \cdot e^{-i \cdot \frac{2\pi k(M-1)}{2N}}\end{aligned}$$

Ahora si centramos en cero el rect tenemos la restricción de que M , el ancho del rect, debe ser un número par, y la transformada queda como:

$$\begin{aligned}\square[n] &= \begin{cases} \frac{1}{a} & 2 \cdot n < M \vee 2 \cdot (N-n) < M \\ 0 & e.o.c \end{cases} \\ \mathcal{F}\{\square[n]\}[k] &= \frac{\sin\left[\frac{2\pi k M}{2N}\right]}{a \cdot \sin\left[\frac{2\pi k}{2N}\right]} \cdot e^{-i \cdot \frac{2\pi k(M-1)}{2N}}\end{aligned}$$

Para el impulso se tiene que:

$$\begin{aligned}\delta[n - n_0] &= \begin{cases} 1 & n = n_0 \\ 0 & e.o.c \end{cases} \\ \mathcal{F}\{\delta[n - n_0]\}[k] &= e^{-i \cdot \frac{2\pi k \cdot n_0}{N}}\end{aligned}$$

El resultado de ambas implementaciones es el siguiente:

Figure 1 consists of two side-by-side images. The left image, labeled '(a) Espacio K', shows a grid pattern with a central vertical line, representing the simulated space K. The right image, labeled '(b) Imagen reconstruida', shows a black square with a white center, representing the reconstructed image.

Figura 1: Resultado implementacion del rect

The figure consists of two side-by-side images. The left image, labeled '(a) Espacio K simulado', shows a uniform grid pattern of small, dark gray dots on a light gray background, representing the simulated measurement space. The right image, labeled '(b) Imagen reconstruida', is a solid black rectangle, representing the reconstructed image.

Figura 2: Resultado implementacion del impulso

Se puede observar que las implementaciones dan un resultado perfecto, sin blurring.

Utilizando estas implementaciones se formara el phantom, la implementación del impulso se utilizó para implementar las circunferencias y elipsoides generando cada espacio k como la suma de muchos impulsos desplazados.

El resultado del phantom es el siguiente:

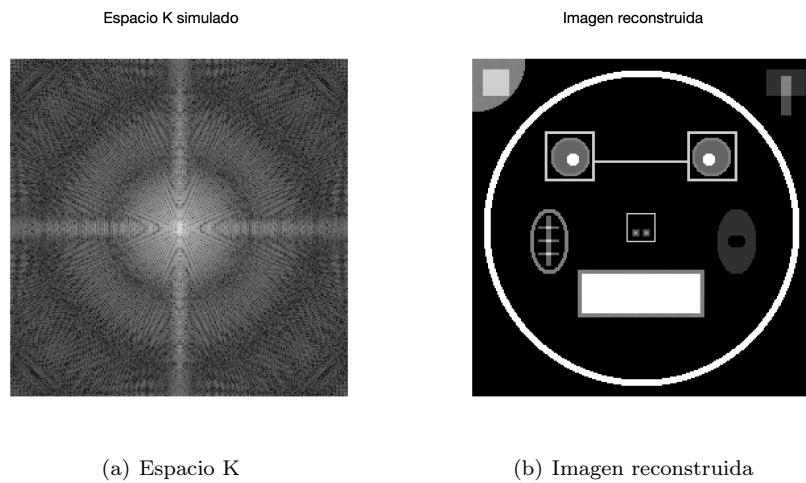


Figura 3: Resultado implementacion del phantom

2. Pregunta 2 - Reconstrucción



(a) Espacio K sobremuestreado



(b) Imágenes reconstruidas

Figura 4: Datos sobremuestreados

Para reducir el factor de sobremuestreo se tomo el centro del espacio k original.



(a) Espacio K sin sobremuestreo



(b) Imágenes reconstruidas

Figura 5: Datos sin sobremuestreo

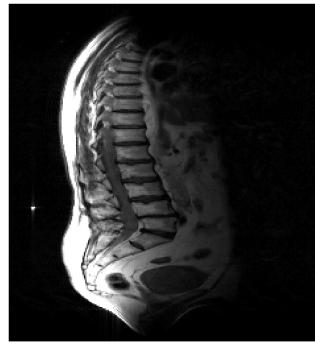
Para reconstruir las imágenes se utilizó suma de cuadrados:

$$m(\mathbf{r}) = \sqrt{\sum_{i=1}^{N_c} |m_i(\mathbf{r})|^2}$$

Imagen por suma de cuadrados con sobre muestro



Imagen por suma de cuadrados sin sobre muestreo



(a) Rss con sobremuestreo

(b) Rss sin sobremuestreo

Figura 6: Reconstrucción suma de cuadrados

3. Pregunta 3 - Half-Scan

3.1. Datos columna

Para esta sección por facilidad visual utilice los datos con el factor de sobremuestreo, como la adquisición parcial es en la dirección de codificación de fase el uso del factor de sobre muestreo no afecta al ejercicio. También se elimino la primera bobina ya que no tenia datos.

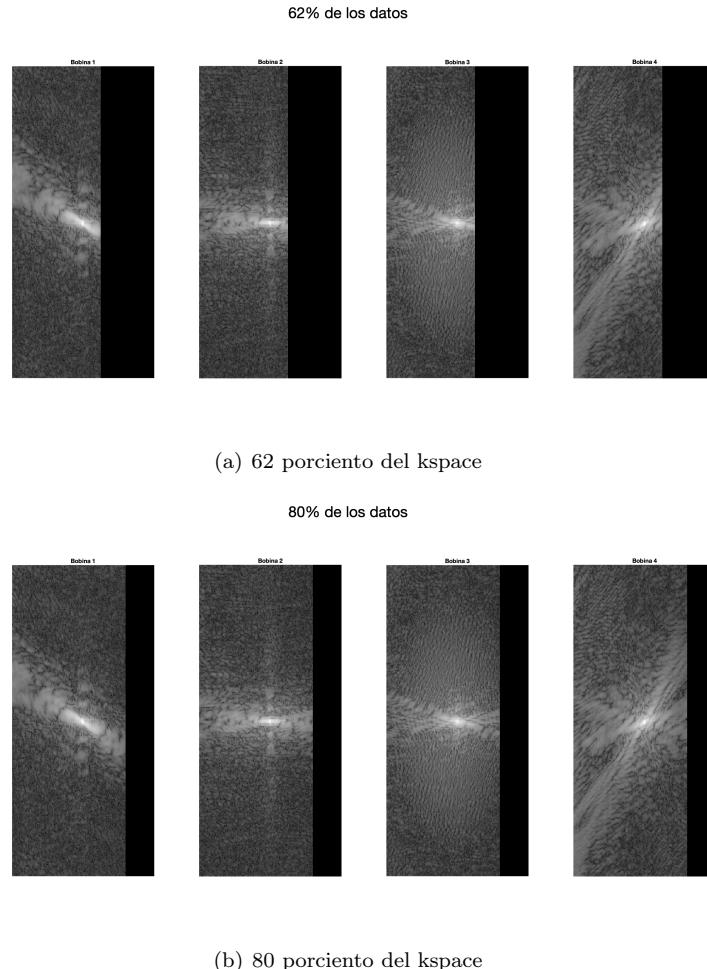


Figura 7: Simulación de adquisición parcial

Como los datos ya poseen ceros en los lugares donde no hay datos, al usar la transformada inversa tenemos una reconstrucción zero-filled.

Zero Filling
Imagenes 62% de los datos



(a) 62 porciento del kspace

Zero Filling
Imagenes 80% de los datos



(b) 80 porciento del kspace

Figura 8: Reconstrucción de adquisición parcial

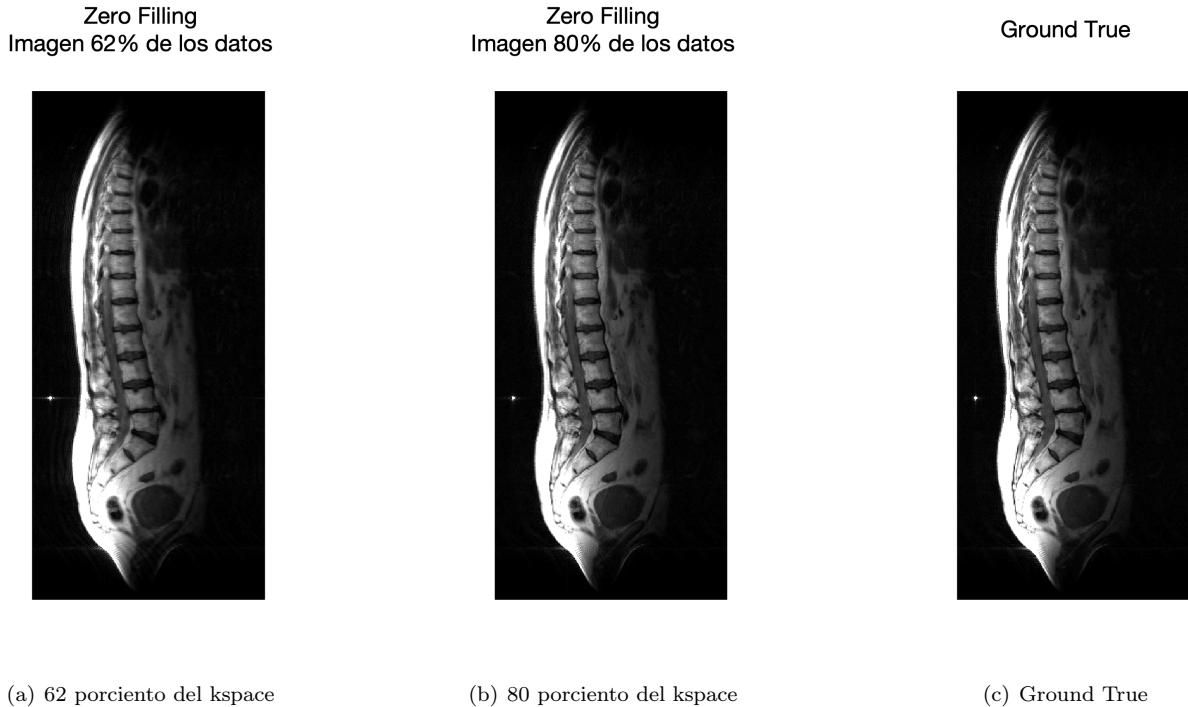


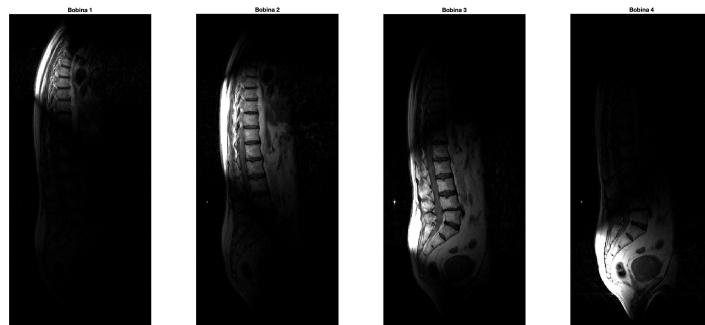
Figura 9: Reconstrucción rss de adquisicion parcial

Se obtuvieron las siguientes métricas de la reconstrucción:

| | Parcial 62 % | Parcial 80 % |
|------|--------------|--------------|
| MSE | 0,006330 | 0,001097 |
| SSIM | 0,898974 | 0,968413 |

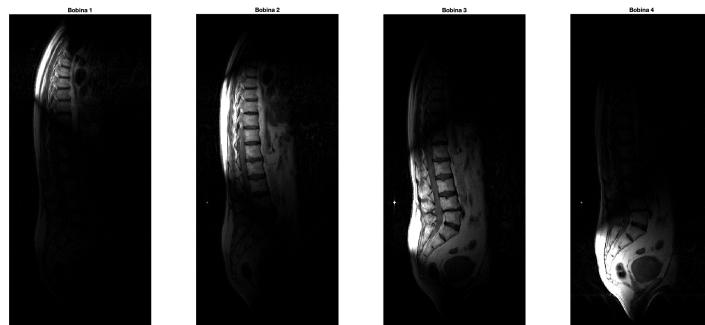
La función de reconstrucción homodina que se implemento recibe un kspace parcial con zero-filled, una función de transformada de fourier inversa y un flag para indicar si los datos son de múltiples bobinas. La función es distingue si la adquisición parcial es en x o y .

Homodyne
Imagenes 62% de los datos



(a) 62 porciento del kspace

Homodyne
Imagenes 80% de los datos



(b) 80 porciento del kspace

Figura 10: Reconstrucción homodina de adquisición parcial

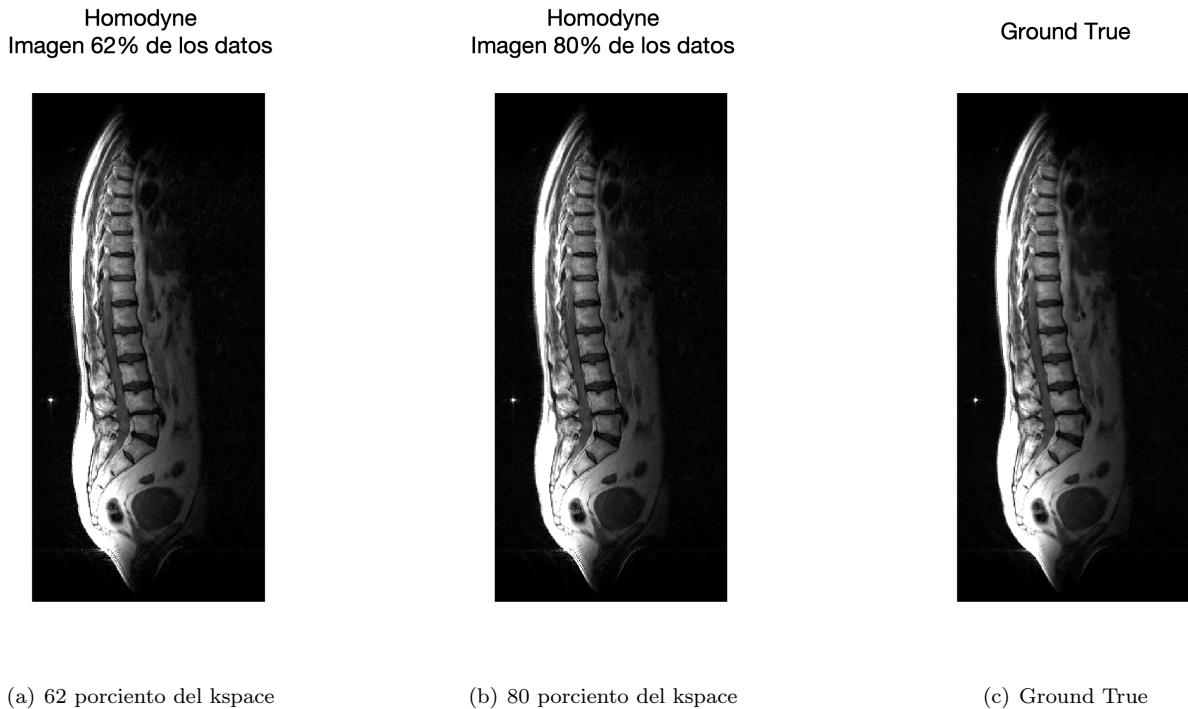


Figura 11: Reconstrucción rss de adquisición parcial

Se obtuvieron las siguientes métricas de la reconstrucción:

| | Parcial 62 % | Parcial 80 % |
|------|--------------|--------------|
| MSE | 0,004030 | 0,002709 |
| SSIM | 0,889871 | 0,923115 |

3.2. Phantom - Adquisición parcial en dirección y

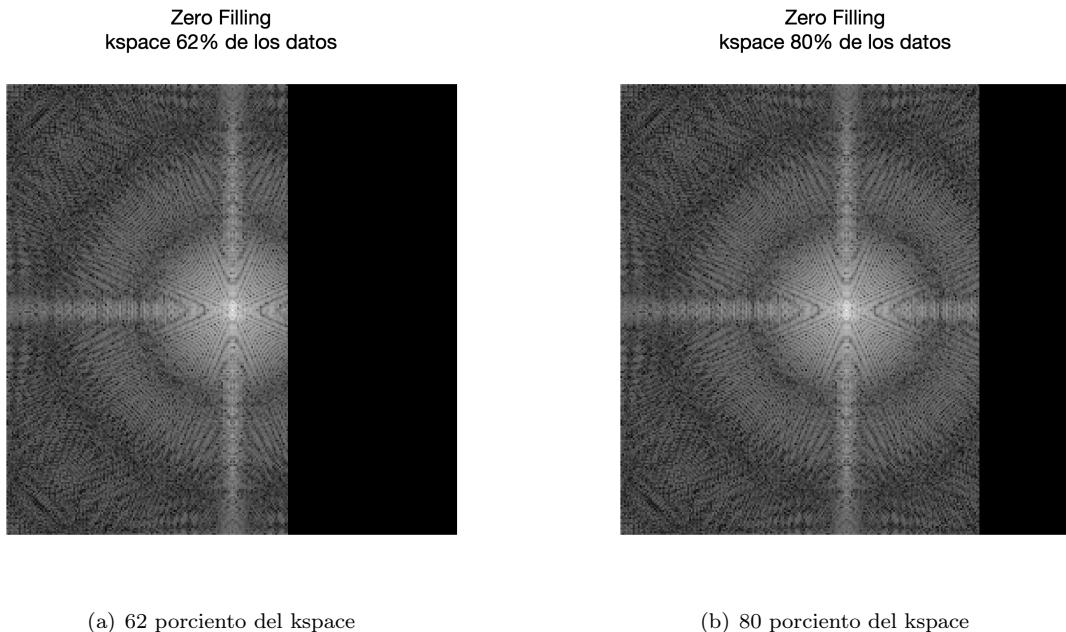


Figura 12: Simulación de adquisición parcial

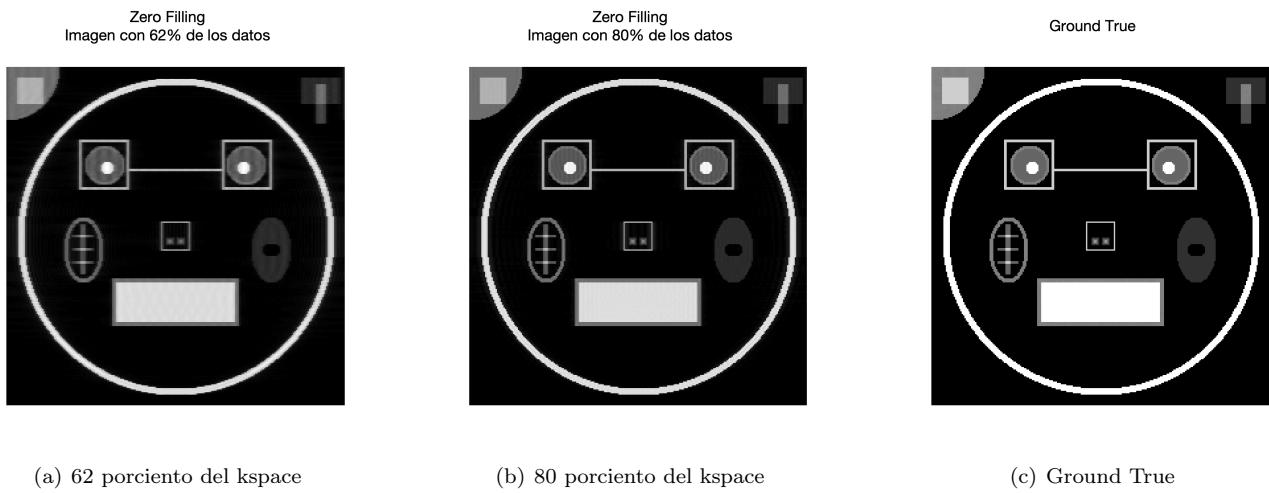


Figura 13: Reconstrucción zero-filled

Se obtuvieron las siguientes métricas de la reconstrucción:

| | Parcial 62 % | Parcial 80 % |
|------|--------------|--------------|
| MSE | 0,002990 | 0,000961 |
| SSIM | 0,618854 | 0,737466 |

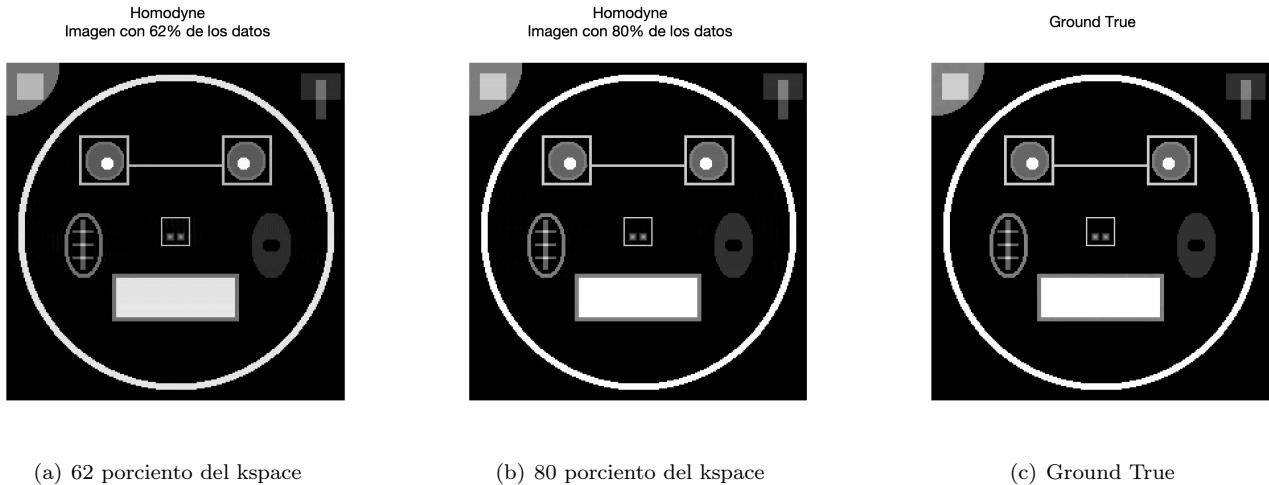


Figura 14: Reconstrucción homodina

Se obtuvieron las siguientes métricas de la reconstrucción:

| | Parcial 62 % | Parcial 80 % |
|------|--------------|--------------|
| MSE | 0,000087 | 0,000060 |
| SSIM | 0,968038 | 0,970457 |

3.3. Phantom - Adquisición parcial en dirección x

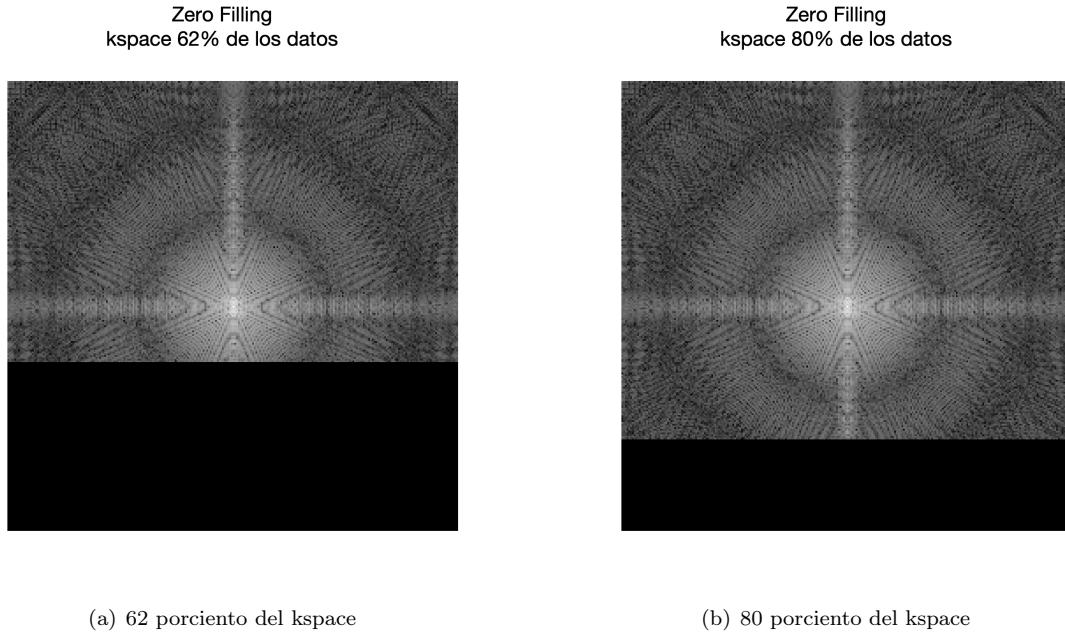


Figura 15: Simulación de adquisición parcial

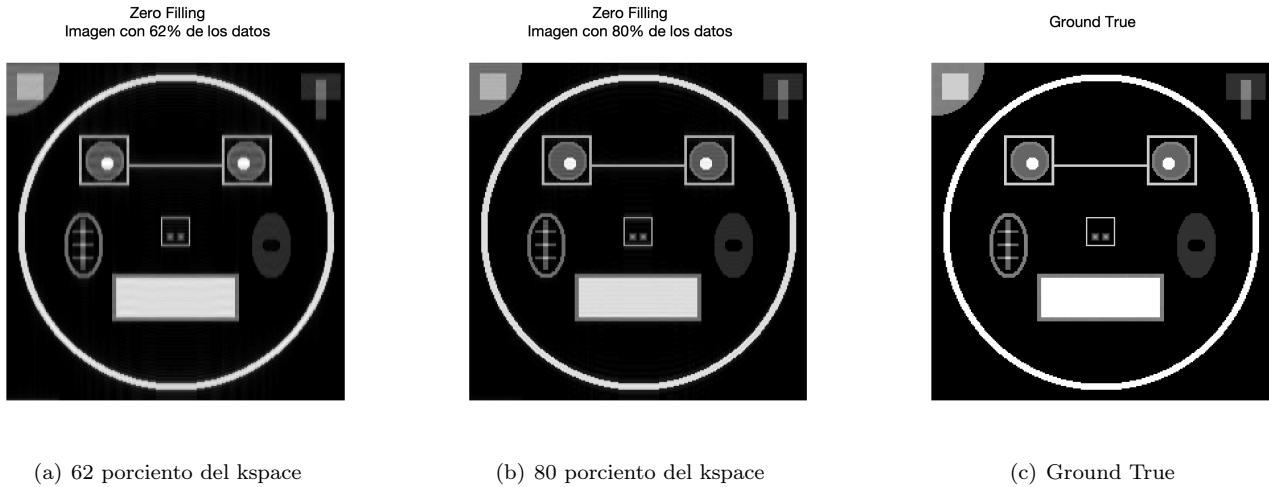


Figura 16: Reconstrucción zero-filled

Se obtuvieron las siguientes métricas de la reconstrucción:

| | Parcial 62 % | Parcial 80 % |
|------|--------------|--------------|
| MSE | 0,003217 | 0,001040 |
| SSIM | 0,587522 | 0,699904 |

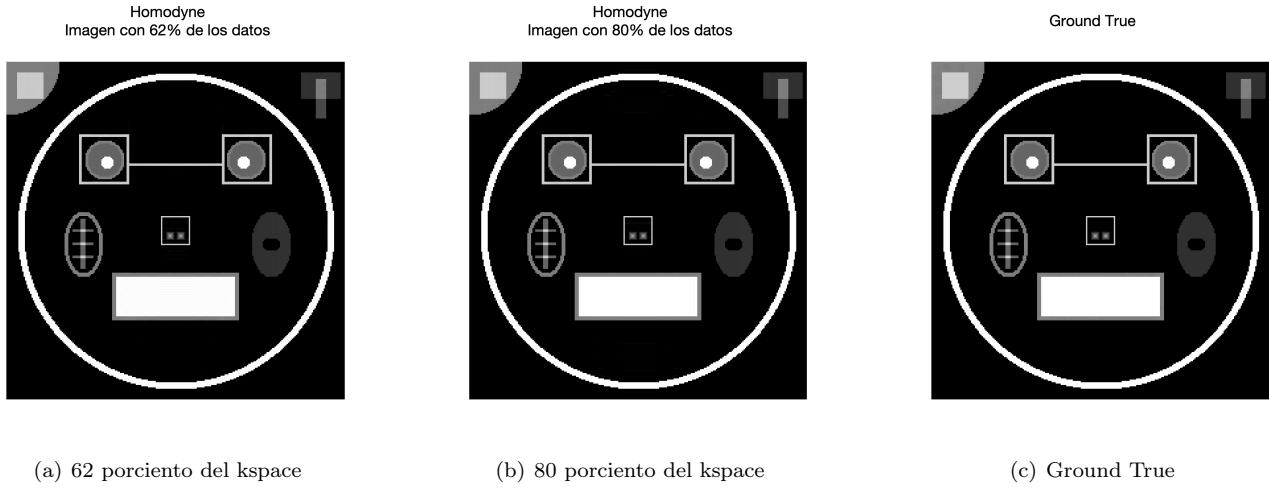


Figura 17: Reconstrucción homodina

Se obtuvieron las siguientes métricas de la reconstrucción:

| | Parcial 62 % | Parcial 80 % |
|------|--------------|--------------|
| MSE | 0,000087 | 0,000062 |
| SSIM | 0,965259 | 0,964107 |

3.4. Comentarios Finales

Se puede observar que la reconstrucción zero-filling es una buena aproximación de la imagen, en general las metricas obtenidas por esta reconstrucción andan muy cercanas, algunas veces superiores como en los datos de columna, a las metricas obtenidas por la reconstrucción homodina.

Se observa que en las simulaciones de adquisición parcial en el phantom la reconstrucción homodina es superior al zero-filling.

A nivel visual considero que los resultados de la reconstrucción homodina son superiores a los resultados del zero-filling, por ejemplo en el punto a en el sector inferior izquierdo la reconstrucción homodina de los datos de columna se aprecia mejor.